Environment Canada
Canadian Forestry Service

Environnement Canada
Service canadien des forêts

Propagation of balsam fir by stem cuttings

1/2

Canada

DEST PUR ERCH COPY 03
T61 C328
VOL ISS 61
INFORMATION REPORT (LAURENTIAN FORE
ST RESEARCH CENTRE)

84- 3102 /

CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES DES LAURENTIDES

Le Centre de recherches forestières des Laurentides (CRFL) est un des six établissements régionaux du Service canadien des forêts (SCF), au sein d'Environnement Canada. Le Centre poursuit des travaux de recherche et de développement pour un aménagement et une utilisation plus rationnels des ressources forestières du Québec. En collaboration avec divers groupes et organismes québécois, les chercheurs du CRFL visent à solutionner les problèmes majeurs en foresterie au Québec et à développer des méthodes acceptables pour l'amélioration et la sauvegarde de l'environnement forestier.

Au Québec, les activités du SCF portent sur trois éléments majeurs: la recherche dans le domaine des ressources forestières, la recherche dans le domaine de la protection et enfin, le développement forestier. La plupart des travaux sont entrepris pour répondre aux besoins des organismes intéressés à l'aménagement forestier, surtout dans le but d'améliorer la protection, la croissance et la qualité de la ressource forestière de la région. L'information est diffusée sous forme de rapports scientifiques, de feuillets techniques ou autres publications dans le but d'atteindre toutes les catégories d'utilisateurs des résultats de recherche.

LAURENTIAN FOREST RESEARCH CENTRE

The Laurentian Forest Research Centre (LFRC) is one of six regional establishments of the Canadian Forestry Service (CFS), within Environment Canada. The Centre's objective is to promote, through research and development, the most efficient and rational management and use of Quebec's forest. In cooperation with several Quebec agencies, scientists at LFRC work at solving major forestry problems and develop methods to improve and to protect the forest environment.

In the province of Quebec, CFS's program consists of three major elements: forest resources research, forest protection research, and forest development. Most of the research is undertaken in response to the needs of forest management agencies, with the aim of improving the protection, growth, and quality of the region's forest resource. The results of this research are distributed to potential users through scientific and technical reports and other publications.

Propagation of balsam fir by stem cuttings

Ronald M. Girouard

Information Report LAU-X-61
1983

Laurentian Forest Research Centre
Canadian Forestry Service
Department of the Environment

Copies are available free of charge from:
Laurentian Forest Research Centre
Canadian Forestry Service
Environment Canada
1080, route du Vallon
Sainte-Foy, Quebec
G1V 4C7

Catalogue No. Fo46-18/61E
ISSN 0703-2196
ISBN 0662-12911-3

© Department of Supply and Services Canada, 1983

Cover photo: Rooted balsam fir stem cuttings.

Aussi disponible en français sous le titre
"Multiplication du sapin baumier par bouturage"

TABLE OF CONTENTS

	Page
LIST OF TABLES	ii
LIST OF FIGURES	ii
ABSTRACT	iii
RÉSUMÉ	iii
INTRODUCTION	1
METHODS	3
Greenhouse	3
Plant material, rooting environment, and treatment of cuttings	3
Experiment 1: age and height of stock plants	4
Experiment 2: crown positions (topophysis) and auxin treatments	5
Experiment 3: wounding and auxin treatment	5
Nursery	5
Experiment 4: rooting media	5
RESULTS AND DISCUSSION	7
Experiment 1: age and height of stock plants	7
Experiment 2: crown positions (topophysis) and auxin treatments	9
Experiment 3: wounding and auxin treatment	9
Experiment 4: rooting media	12
CONCLUSIONS	12
ACKNOWLEDGMENTS	12
REFERENCES	13

LIST OF TABLES

Page

Table 1. Four balsam fir provenances propagated by stem cuttings 4

Table 2. Trees and stem cuttings used to determine the effects of age and height of stock plants on propagation of balsam fir 6

LIST OF FIGURES

Figure 1. Effects of age and height of stock plants on rooting and mortality of balsam fir stem cuttings. Average age (years) of wildings sampled: improved material (8.6), 2 year old plantation (7.8), 4 year old plantation (8.3), and 6 year old plantation (not determined). 8

Figure 2. Rooting response and mortality of balsam fir stem cuttings taken from two crown positions (upper and lower halves) of wildings growing in a 4 year old plantation. Treated cuttings received 2 preparations of auxin in talc. 8

Figure 3. Effects of wounding with and without subsequent IBA treatment on the rooting and mortality of balsam fir stem cuttings from 5 year old (3-2) transplants after 5 months in the rooting medium. 10

Figure 4. Percentage rooting of balsam fir stem cuttings and medium ball or plug ratings after 4 months in Hillson Rootrainers containing 40 different rooting media. Plug ratings (numbers above the bars): 1) plugs falling apart readily, 2) plugs breaking near the middle, 3) plugs breaking at the basal end, and 4) plugs remaining intact upon handling. Arrows indicate media which can provide 85% rooting and plug ratings of 3% or better. 11

ABSTRACT

Experiments carried out during 3 years with balsam fir stem cuttings, showed that rooting decreases and mortality increases with increasing height of stock plants and age of nursery-grown trees. Cuttings from the lower half of crowns root and survive better than those from the upper half. Removal of needles at the base and basal wounding of cuttings, before treatment with IBA in talc, are beneficial. For easy rooting and subsequent planting, the following media can be used: sphagnum, sphagnum or peat moss mixed with vermiculite (3:1 or 2:1 by volume), and peat moss mixed with sand (2:1).

RÉSUMÉ

Des expériences effectuées pendant 3 ans avec des boutures de tiges de sapin baumier ont démontré que l'enracinement diminue et la mortalité augmente à mesure que s'accroissent la hauteur des pieds-mères ainsi que l'âge des arbres cultivés en pépinière. Les boutures provenant de la moitié inférieure de la cime s'enracinent et survivent mieux que celles provenant de la moitié supérieure. L'enlèvement des aiguilles basales ainsi que la pratique de blessures avant le traitement de boutures à l'AIB dans du talc sont bénéfiques. Pour faciliter l'enracinement et la mise en terre ultérieure, les substrats suivants peuvent être utilisés: sphaigne, sphaigne ou tourbe mélangée avec de la vermiculite (3:1 ou 2:1 par volume) et tourbe mélangée avec du sable (2:1).

INTRODUCTION

Balsam fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.), with its fragrance, pyramidal form, soft foliage, pliable branches, and long needle retention after being cut, is one of the most prized Christmas tree species in eastern Canada. In Quebec, balsam fir is abundant and in great demand. It responds rapidly to fertilization and shearing practices and develops into a high quality tree much more readily than other species. For these reasons, Christmas tree growers in the province have concentrated their attention on balsam fir.

Abies balsamea varies considerably in tree characteristics. A survey of this species during autumn of 1975, with the assistance of Mr. Jean Dumoulin, Forestry Engineer, in plantations established at Gould, Quebec (45°35'N latitude, 71°32'W longitude, elevation 300 m) with a local provenance, showed the following characteristics to be among the most desirable for Christmas trees: dark green foliage; long needles (>2.5 cm); needles spreading upward (not 2-ranked) on branchlets; upright branches (acute branch angle); five branches or more per whorl; and numerous and well-arranged buds on leaders. Trees possessing all of the desirable characteristics were obviously phenotypically superior or plus trees and were selected for propagation by stem cuttings. A review of the literature pertaining to propagation of this species by cuttings was made and is summarized.

MacGillivray (1957), prepared cuttings 18 cm long in mid-February with needles removed on 8-10 cm of the base and planted them to a depth of 5 cm in coarse vermiculite under intermittent mist in a greenhouse. Half of the cuttings had rooted by mid-May. In 1964 Briggs indicated in a table that cuttings of dwarf balsam fir (*Abies balsamea* 'Nana') made in December root slowly in sand and should not be transplanted until well rooted. Unwounded cuttings taken by Elk (1965) in October were placed in a propagation box containing a peat moss-sand mixture (1:1 by volume) and covered with double glass. Cuttings rooted best after 11 months if they had

received no chemical treatment at all. Bottom heat (temperature not specified) was beneficial before and after winter.

Cesarini (1966) reported that cuttings of the cultivar Nana are easy to root. He took cuttings 3-4 cm long after a heavy frost, removed the needles from slightly more than 1 cm of the base, and treated the cuttings with Hormodin 3 before sticking them in sand where they rooted slowly in a cool greenhouse. The rooted cuttings were left in the rooting medium to permit the new shoots to harden off.

The results of a second experiment published by Elk (1966), revealed that when bottom heat was used, cuttings of 'Nana' collected in mid-September responded favorably to 3-indolebutyric acid (IBA) treatment (50 mg/L). Without bottom heat, cuttings rooted best if treated with IBA at 50 mg/L plus 2% IBA in Captan.

In a note published in 1969, MacGillivray described an experiment where cuttings were collected in early December from trees of Christmas tree size. Cuttings were taken from the upper third and lower third of the crowns. Needles were removed from the basal half of each cutting and half of the cuttings of each crown position were treated with Seradix 3 (0.8% IBA in talc) and half untreated. Roots were first observed in early March. Cuttings from the bottom third of the crowns rooted better than those from the upper third (40 versus 23%). Cuttings treated with auxin rooted better than the untreated (52 versus 10%).

MacGillivray (1975) also used different temperatures in the rooting medium. He found that cuttings with no supplementary bottom heat, i.e. 20°C or ambient air temperature, rooted well, while cuttings provided with bottom heat at 26 or 30°C rooted poorly. In another experiment, where an attempt was made to clone trees 3 m tall, cuttings collected in December rooted best, followed by those of a July collection. Treatment with Seradix 3 was beneficial to rooting.

My studies were conducted, between October 1975 and October 1978, to determine how the propagation of balsam fir by stem cuttings is affected by age and height of the stock plants, crown level (topophysis), auxin treatment, wounding, rooting medium, and a combination of factors mentioned above.

METHODS

Greenhouse

Plant material, rooting environment, and treatment of cuttings

Twenty-five wilding transplants, also known as improved wildings, which originated as trees lined out in the nursery for additional growth and treatment with insecticides, herbicides, and fertilizers at regular intervals and for root pruning, were cut at ground level November 19, 1975. Ten trees from a 2 year old plantation and four trees from a 4 year old plantation were harvested in a similar way. In a 6 year old plantation, trees were not cut because of their high commercial value. Instead, ten trees were selected, measured, and cuttings taken for propagation purposes. All trees mentioned above were originally improved wildings of a local provenance growing at Gould, Quebec (Table 1) in plantations owned by Mr. Richard Downey, Lennoxville, Quebec.

Seedlings (3-0, St. Robert) and transplants (3-1, St. Jules; 3-2, Woburn) (Table 1) grown in a nursery at Berthierville (46°05' N Latitude, 73°10' W Longitude, elevation 30 m) were extracted November 20, 1975 and made available by the Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ).

All plant material was transported to Sainte-Foy, Quebec, where it was stored under moist conditions in a dark 4°C cold room. Cuttings averaging 8 cm long were made by shearing the youngest terminal and lateral shoots in the approximate ratio of 1 terminal to 2 laterals. The cuttings were moistened with water, dusted with Seradix 3 over 1 cm of the base, gently tapped to remove excess powder. All cuttings were inserted to a 4 cm

Table 1. Four balsam fir provenances propagated by stem cuttings

Number	Origin	Latitude N	Longitude W	Elevation (m)
1	Gould, Quebec	45°35'	71°22'	300
2	St.Jules, Quebec	41°13'	71°57'	338
3	St.Robert, Quebecc	45°48'	70°32'	435
4	Woburn, Quebec	45°18'	70°53'	840

depth in a mixture of shredded sphagnum moss and sand (1:2, by volume), 100 to a wooden flat (58 x 37 x 10 cm), and placed on benches in a greenhouse. Intermittent mist operated 10 seconds every 10 minutes between 08h00 and 16h00, daily. Ventilation was provided automatically when the air temperature exceeded 21°C. Long days were obtained by using incandescent light between 17h00 and 24h00, daily. The light was supplied by 60 W incandescent lamps located 70 cm above the surface of the rooting medium and spaced 90 cm apart. This provided a photosynthetic photon flux density of 11.1 and 3.6 μEinsteins m^{-2} s^{-1} at the center and outer edges of the tables, respectively, measured at the level of the terminal buds with a Li-cor quantum meter (Li-185) and sensor (Li-190S) from Lambda Instruments Corporation, Lincoln, NE, U.S.A.

The cuttings were examined at monthly intervals, beginning with the second or third month, to determine the number of cuttings rooted or those that had died. The experiment was terminated after 8 months.

Experiment 1: age and height of stock plants

Trees of seedling and improved wilding origin varied in number with the source (Table 2) and were collected initially to study the effect of stock plant age on rooting of stem cuttings. However, after determining the mean age of the trees by counting the number of annual xylem growth

increments and finding very little difference between wildings of different plantations, the trees were measured for height growth. For this experiment 1 655 cuttings were made between November 27 and December 2, 1975.

Experiment 2: crown positions (topophysis) and auxin treatments

Cuttings, collected from four trees in a 4 year old plantation at Gould, Quebec (Table 2), were taken from two crown levels. We collected 336 cuttings from the upper halves and 228 from the lower halves. The cuttings of each position were divided into three groups and each group received the following treatments: no auxin, Seradix 3, and Stim-root 3 (0.8% IBA dispersed in talc). Observations were made as described in experiment 1 and the study ended after 8 months.

Experiment 3: wounding and auxin treatment

The cuttings were taken from 5 year old (3-2) transplants on December 4, 1975. Woburn (Table 1) was the provenance. Four wounding treatments were employed: 1) untreated, 2) one vertical cut 1 cm long on the basal stem to a depth reaching secondary xylem, 3) removal of needles from the basal 1 cm of the cutting, 4) treatments 2 and 3 combined. The treatments were administrated with and without subsequent treatment with Seradix 3. The experimental design involved randomized complete blocks with 3 replications, 8 treatments, and 10 cuttings per plot. The experiment was terminated after 5 months.

Nursery

Experiment 4: rooting media

Five year old (3-2) transplants, growing under uniform fertility levels at the provincial nursery (MERQ) at Berthierville, were extracted November 2, 1977 and heeled-in until May 24, 1978. The provenance was St. Théophile (45°56' N latitude, 70°29' W longitude, elevation 1 500 m). Between May 24 and 29, 3 840 cuttings were taken by shearing lateral shoots of the last growing season. The cuttings were kept moist in plastic bags and stored at 4°C. The propagation material was trimmed to 8 cm before removing the needles from 2 cm of the base, wounding the basal stem with one

Table 2. Trees and stem cuttings used to determine the effects of age and height of stock plants on propagation of balsam fir

Kind, source	Trees				Stem cuttings	
	Total number	Age (a) Mean	Age (a) Range	Mean height (cm)	Total number	Mean number per tree
3-0, nursery	20	3.0	none	17	68	3.4
3-1, nursery	20	4.0	none	24	120	6.0
3-2, nursery	20	5.0	none	26	182	9.1
Improved wildings (IW), nursery	25	8.6	6-12	54	477	19.1
IW, 2 year old plantation	10	7.8	5-10	63	372	37.2
IW, 4 year old plantation	4	8.3	7-10	148	136	34.0
IW, 6 year old plantation	10	-*	-*	210	300	30.0

* Not determined

vertical cut 1 cm long through the bark, and treating the defoliated base with Stim-root 3. Between June 2 and 5, 1978 the cuttings were inserted to half their length in rooting media in Hillson Rootrainers in an outdoor bed. The propagation bed, oriented east-west, was covered with Saran shade cloth to reduce the photosynthetically active radiation by approximately 50%. An intermittent mist system operated 12 seconds every 6 minutes between 08h00 and 17h00, daily. Electric cables provided supplementary bottom heat (minimum 20°C). Peat moss, perlite, sand, sphagnum moss, and vermiculite were tested individually, and in addition, seven combinations of these media were evaluated: peat moss: perlite; sphagnum moss: perlite; peat moss: sand; sphagnum moss: sand; peat moss: vermiculite; sphagnum moss: vermiculite; and sand: vermiculite. Each combination was tested at five levels by

preparing 1:3, 1:2, 1:1, and 3:1 mixtures by volume. In all, 40 rooting media were compared. The experimental design involved randomized complete blocs with three replications, 40 treatments, and 32 cuttings per plot. A plot was represented by a Spencer-Lemaire tray loaded with 32 cavities of the Hillson Rootrainer. After 4 months, rooting percentages were determined and media balls or plugs rated 1 to 4 where 1 = plugs falling apart readily, 2 = plugs breaking near the middle, 3 = plugs breaking at the basal end, and 4 = plugs remaining intact upon handling.

RESULTS AND DISCUSSION

Experiment 1: age and height of stock plants

Graphs have been used to show the effects of age and height of stock plants on rooting and mortality of balsam fir stem cuttings (Figure 1). Cuttings from relatively short 3-0 seedlings and 3-1 transplants rooted and survived better than cuttings from taller 3-2 transplants. Cuttings from wildings in a nursery or a 2 year old plantation rooted and survived better than those from taller wilding transplants in 4 and 6 year old plantations. In general rooting performance decreased and mortality of cuttings increased with increasing height of stock plants and increasing age of nursery grown trees. Wilding transplants in the nursery and plantations varied considerably in age (Table 2). Wildings of a particular age group were frequently found not only in the nursery but also in 2 and 4 year old plantations. Cuttings collected by MacGillivray for his 1969 report were from firs of Christmas tree size and his 1975 report from trees 3 m high. Based on our findings, we can assume that the material used by MacGillivray was probably physiologically mature and low in rooting potential. Thimann and Delisle (1942), working with Colorado fir (*Abies concolor* (Gord.) Engelm.), found that rooting potential of cuttings would persist if the trees were not aged more than 18 years. Thor (1968) reported that only 40% of the cuttings taken from Fraser firs (*Abies fraseri* (Pursh) Poir.) 32 to 65 years rooted and 40% of the rooted cuttings came from a single tree. Hinesley and Blazich (1980) observed a decrease in rooting potential of cuttings of Fraser fir when the stock plants increased from 5 to 22 years.

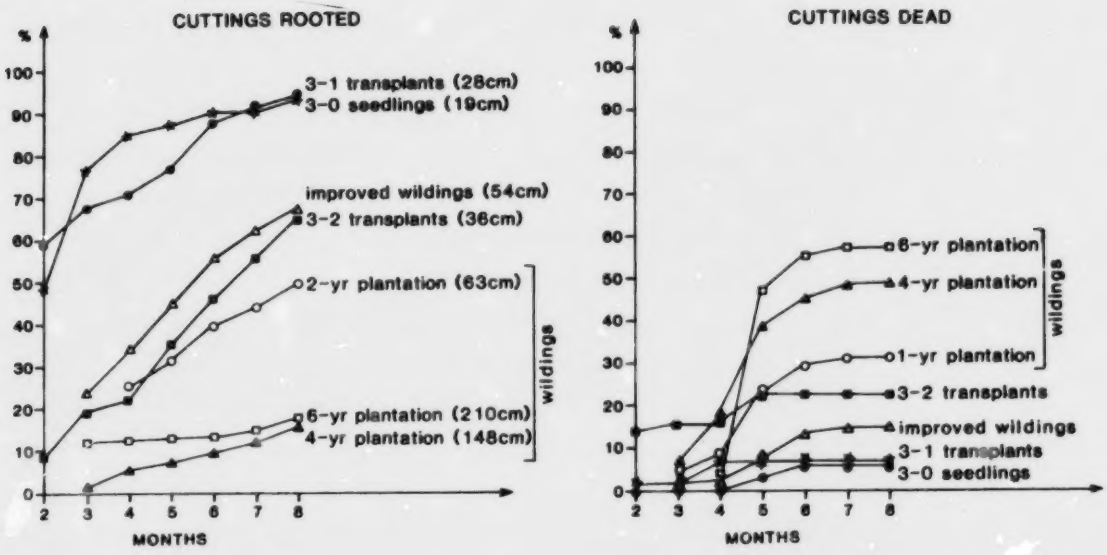

Figure 1. Effects of age and height of stock plants on rooting and mortality of balsam fir stem cuttings. Average age (years) of wildings sampled: improved material (8.6), 2 years old plantation (7.8), 4 year old plantation (8.3), and 6 year old plantation (not determined).

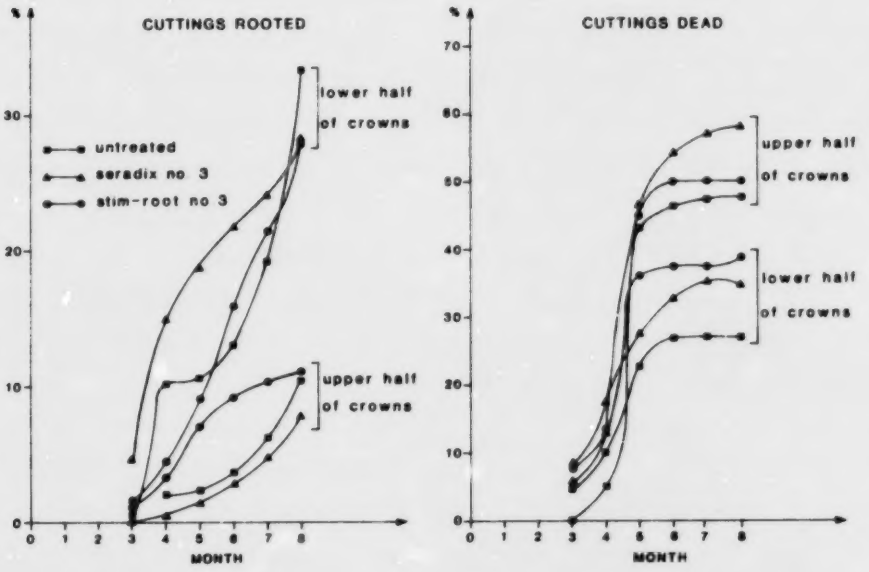

Figure 2. Rooting response and mortality of balsam fir stem cuttings taken from two crown positions (upper and lower halves) of wildings growing in a 4 year old plantation. Treated cuttings received 2 preparations of auxin in talc.

Experiment 2: crown positions (topophysis) and auxin treatments

Figure 2 shows rooting response and mortality of balsam fir cuttings taken from two crown positions (upper and lower halves) of wilding transplants, aged 7 to 10 years, growing in a 4 year old plantation. Cuttings taken from the lower half of crowns rooted and survived generally better than those taken from the upper half. Thor (1968) reported similar results for Fraser fir and MacGillivray (1969) for balsam fir. Chemical treatment with Seradix 3 improved the performance of cuttings from the lower half of the crowns, while treatment with Stim-root 3 improved the performance of cuttings from the upper half of the crowns. Why these differences occurred, it is not clear. Both commercial preparations contained 0.8 percent IBA in talc. The beneficial effects of IBA on rooting of cuttings of balsam fir were mentioned by MacGillivray (1969, 1975) and Elk (1966), of Colorado fir by Doran (1952, 1957), of Fraser fir by Doran (1957), Hinesley and Blazich (1980, 1981), Miller et al. (1982), Korean fir (*Abies koreana* Wils.) by Doran (1957), of Spanish fir (*Abies pinsapo* Boiss.) by Kirkpatrick (1940), and of Veitch fir (*Abies veitchii* Lindl.) by Hitchcock and Zimmerman (1939), Kirkpatrick (1940) and Doran (1957). To my knowledge, no published work concerning the propagation of *Abies* by cuttings has reported the problem of mortality. Whenever fungicides such as Phygon XL, Arasan, and Captan were used by Doran (1952), Doran (1957), and Elk (1966) respectively, after IBA treatment, reference was always made to improved rooting but not to survival or mortality. In my work (Fig. 2), the number of cuttings which died increased considerably during the fifth month. Hinesley and Blazich (1980, 1981), working with Fraser fir, usually terminated their experiments after 10 weeks which probably prevented them from learning much about mortality.

Experiment 3: wounding and auxin treatment

The effects of wounding with and without subsequent IBA treatment on the rooting and mortality of balsam fir stem cuttings from 5 year old (3-2) transplants after 5 months in the rooting medium are shown in Fig. 3. In the absence of IBA, wounding, by making vertical cuts, removing basal leaves or doing both, improved the rooting of the cuttings but increased the

level of mortality in the propagation material. I know of no work where it clearly shows that removal of basal leaves and wounding are beneficial to rooting of balsam fir cuttings. Hinesley and Blazich (1981) reported that wounding alone did not affect the rooting response of Fraser fir cuttings. With IBA treatment (Fig. 3) a vertical cut, removal of basal leaves, and a combination of these two, increased the rooting response of balsam fir cuttings. Mortality in IBA treated cuttings was moderate for all wounding treatments except the combination of vertical cut plus removal of basal leaves. In the latter case, mortality was the lowest for all treatments in the experiment. The removal of basal needles, before treating cuttings with auxin, had been used by Cesarini (1966) and MacGillivray (1969, 1975) for balsam fir, and Hinesley and Blazich (1980, 1981) and Miller et al. (1982) for Fraser fir. Other forms of basal wounding, such as the making of vertical cuts into the xylem or by exposing xylem or phloem with the removal of two opposite strips of bark, were used successfully by Hinesley and Blazich (1981) and Miller et al. (1982) on cuttings of Fraser fir.

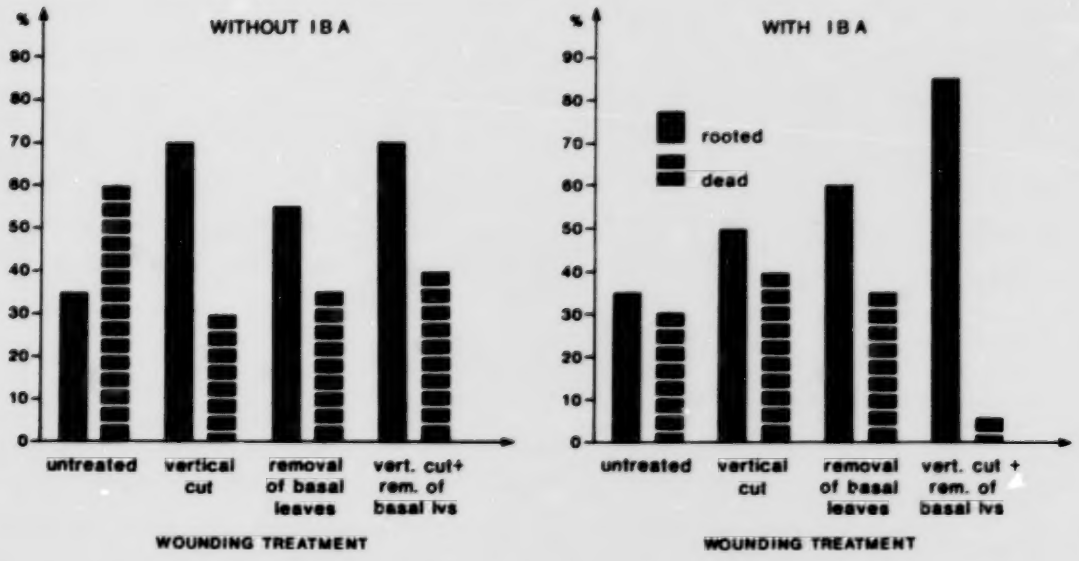

Figure 3. Effects of wounding with and without subsequent IBA treatment on the rooting and mortality of balsam fir stem cuttings from 5 year old (3-2) transplants after 5 months in the rooting medium.

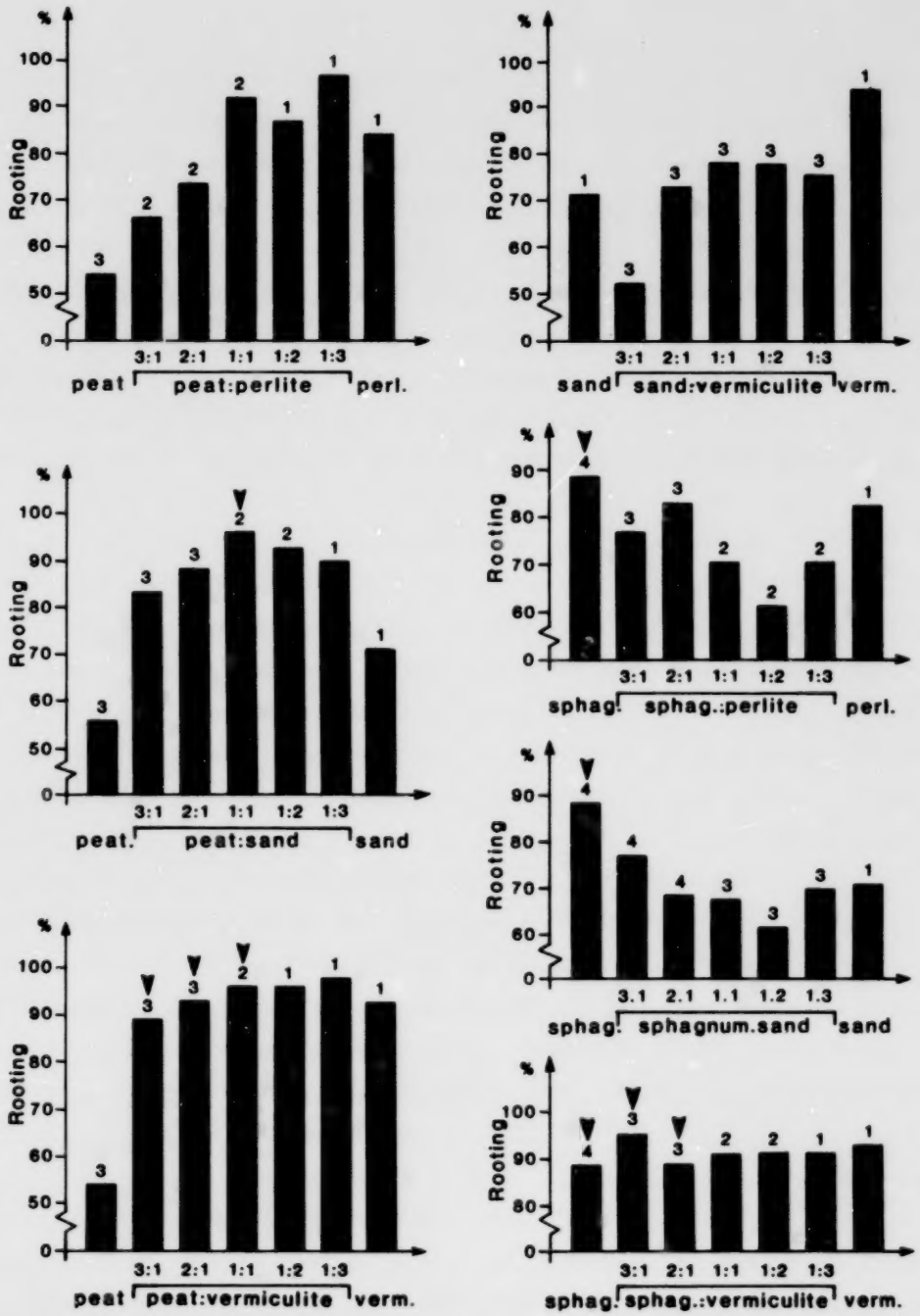

Figure 4. Percentage rooting of balsam fir stem cuttings and medium ball or plug ratings after 4 months in Hillson Rootrainers containing 40 different rooting media. Plug ratings (numbers above the bars): 1) plugs falling apart readily, 2) plugs breaking near the middle, 3) plugs breaking at basal end, and 4) plugs remaining intact upon handling. Arrows indicate media which can provide 85% rooting and plug ratings of 3 or better.

Experiment 4: rooting media

The rooting response of balsam fir stem cuttings from 5 year old (3-2) transplants and ball or plug ratings after 4 months in Hillson Root-rainers with 40 different media are summarized in Figure 4. Cuttings rooted well in several media but not all media formed plugs easy to work with at planting time. The following media (see arrows) provided a minimum of 85% rooting and plug ratings of 3 or better: sphagnum, sphagnum-vermiculite (3:1 and 2:1 by volume), peat moss-sand (2:1), and peat moss-vermiculite (3:1 and 2:1). None of these media were ever mentioned in published works known to the author concerning propagation of *Abies* by cuttings.

CONCLUSIONS

Three years of studies on the propagation of balsam fir by stem cuttings have shown that with cuttings, rooting decreases and mortality increases with increasing height of the stock plants. The same trends can be observed with increasing age of nursery grown trees. For ease of propagation, trees selected should not exceed 10 years of age and 70 cm in height. Cuttings taken from the lower half of crowns will generally root and survive better than those from the upper half. Before treating the basal end of cuttings with IBA in talc, the needles should be removed and the stem wounded by a vertical cut in the bark. For adequate rooting of cuttings and medium balls or plugs easy to work with at planting time, the rooting medium can be one of the following: sphagnum, sphagnum or peat moss mixed with vermiculite (3:1 or 2:1 by volume), and peat moss mixed with sand (2:1).

ACKNOWLEDGMENTS

I wish to express my sincere thanks to Mr. Richard Downey for the information and trees provided, Mr. Jean Dumoulin for his help and numerous suggestions, Mr. Yves Lamontagne for the trees made available by the provincial nursery at Berthierville, and Mr. Roger Mongrain for his technical assistance not only in the greenhouse and nursery, but also in the laboratory.

REFERENCES

Briggs, B. 1964. A selection of plants for the Northwest: new, unusual or worthy of wider use. Pages 295-297 *in* Comb. Proc. Int. Plant Propag. Soc. 14.

Cesarini, J. 1966. Propagation of dwarf conifers. Pages 210-213 *in* Comb. Proc. Int. Plant Propag. Soc. 16.

Doran, W.L. 1952. Effects of treating cuttings of woody plants with both a root-inducing substance and a fungicide. Pages 487-491 *in* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60. Amer. Soc. Hort. Sci., Cornell Univ., Ithaca, N.Y.

Doran, W.L. 1957. Propagation of woody plants by cuttings. Mass. Agric. Exp. Stn., Amherst. Bull. 491.

Elk, B.C.M. van. 1965. Stekproeven. [Trials with cuttings.] Pages 36-45 *in* Jaarb. Proefsta. Boomkwek. Boskoop. [In Dutch]

Elk, B.C.M. van. 1966. Stekproeven. [Trials with cuttings.] Pages 31-36 *in* Jaarb. Proefsta. Boomkwek. Boskoop. [In Dutch]

Hinesley, L.E.; Blazich, F.A. 1980. Vegetative propagation of *Abies fraseri* by stem cuttings. HortScience. 15:96-97.

Hinesley, L.E.; Blazich, F.A. 1981. Influence of postseverence treatments 11:316-323.

Hitchcock, A.E.; Zimmerman, P.W. 1939. Comparative activity of root inducing substances and methods of treating cuttings. Contrib. Boyce Thompson Inst. 10:461-480.

Kirkpatrick, H., Jr. 1940. Effect of indolebutyric acid on the rooting response of evergreen cuttings in tests at Boyce Thompson Institute for Plant Research. Amer. Nurseryman 71(8): 9-12.

MacGillivray, H.G. 1957. Rooting balsam fir cuttings under intermittent mist. For. Chron. 33:353-354.

MacGillivray, H.G. 1969. Rooting balsam fir cuttings for Christmas trees. Can. For. Serv. Bi-mon. Res. Notes. 25:10.

MacGillivray, H.G. 1975. Provenance and progeny studies. Pages 37-40 Proc. 15th Meeting Canadian Tree Improvement Assoc., Can. For. Serv., Petawawa For. Exp. St., Chalk River, Ontario. Part 1.

Miller, N.F.; Hinesley, L.E.; Blazich, F.A. 1982. Propagation of Fraser fir by stem cuttings: effects of type of cutting, length of cutting, and genotype. HortScience 17:827-829.

Thimann, K.V.; Delisle, A.L. 1942. Notes on the rooting of some conifers from cuttings. J. Arnold Arboretum 23:103-109.

Thor, E. 1968. Research with native *Abies* in the Southern Appalachians. Amer. Christmas Tree J. 12:29-33.

Environnement Canada
Service canadien des forêts

Environment Canada
Canadian Forestry Service

Multiplication du sapin baumier par bouturage

Robert M. Cayford

Rapport d'information LAU-X-61F

Centre de recherches forestières des Laurentides

Environment Canada Environnement Canada

00160246 DEST PVM EXCH COPY 03
SB 761 C328
VOL ISS 61
RAPPORT D'INFORMATION (CENTRE DE RECHERCHES FORESTIERES DES LAURENTIDES). FRANCAIS

CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES DES LAURENTIDES

Le Centre de recherches forestières des Laurentides (CRFL) est un des six établissements régionaux du Service canadien des forêts (SCF), au sein d'Environnement Canada. Le Centre poursuit des travaux de recherche et de développement pour un aménagement et une utilisation plus rationnels des ressources forestières du Québec. En collaboration avec divers groupes et organismes québécois, les chercheurs du CRFL visent à solutionner les problèmes majeurs en foresterie au Québec et à développer des méthodes acceptables pour l'amélioration et la sauvegarde de l'environnement forestier.

Au Québec, les activités du SCF portent sur trois éléments majeurs: la recherche dans le domaine des ressources forestières, la recherche dans le domaine de la protection et enfin, le développement forestier. La plupart des travaux sont entrepris pour répondre aux besoins des organismes intéressés à l'aménagement forestier, surtout dans le but d'améliorer la protection, la croissance et la qualité de la ressource forestière de la région. L'information est diffusée sous forme de rapports scientifiques, de feuillets techniques ou autres publications dans le but d'atteindre toutes les catégories d'utilisateurs des résultats de recherche.

LAURENTIAN FOREST RESEARCH CENTRE

The Laurentian Forest Research Centre (LFRC) is one of six regional establishments of the Canadian Forestry Service (CFS), within Environment Canada. The Centre's objective is to promote, through research and development, the most efficient and rational management and use of Quebec's forest. In cooperation with several Quebec agencies, scientists at LFRC work at solving major forestry problems and develop methods to improve and to protect the forest environment.

In the province of Quebec, CFS's program consists of three major elements: forest resources research, forest protection research, and forest development. Most of the research is undertaken in response to the needs of forest management agencies, with the aim of improving the protection, growth, and quality of the region's forest resource. The results of this research are distributed to potential users through scientific and technical reports and other publications.

Multiplication du sapin baumier par bouturage

Ronald M. Girouard

Rapport d'information LAU-X-61F
1983

Centre de recherches forestières des Laurentides
Service canadien des forêts
Environnement Canada

Des exemplaires vous sont offerts gratuitement au:
Centre de recherches forestières des Laurentides
Service canadien des forêts
Environnement Canada
1080, route du Vallon
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7

N° de catalogue Fo46-18/61F
ISSN 0703-2196
ISBN 0662-92379-0

©Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1983

Photo couverture: Boutures de sapin baumier enracinées.

Also available in English under the title
"Propagation of balsam fir by stem cuttings"

TABLES DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX	ii
LISTE DES FIGURES	ii
RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iii
INTRODUCTION	1
MÉTHODES	3
La Serre	3
Matériel végétal, milieu d'enracinement et traitement des boutures	3
Expérience 1: âge et hauteur des pieds-mères	5
Expérience 2: parties de la cime où les boutures sont prélevées (topophyse) et traitements auxiniques	5
Expérience 3: blessures et traitement auxinique	6
Pépinière	6
Expérience 4: substrats de bouturage	6
RÉSULTATS ET DISCUSSION	8
Expérience 1: âge et hauteur des pieds-mères	8
Expérience 2: parties de la cime où les boutures sont prélevées (topophyse) et traitements auxiniques	9
Expérience 3: blessures et traitements auxiniques	11
Expérience 4: substrats de bouturage	14
CONCLUSIONS	14
REMERCIEMENTS	15
RÉFÉRENCES	15

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1. Quatre provenances de sapin baumier multipliés par bouturage 4

Tableau 2. Arbres et boutures de tiges utilisés pour déterminer l'influence de l'âge et de la hauteur des pieds-mères sur la multiplication du sapin baumier 7

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Influence de l'âge et de la hauteur des pieds-mères sur l'enracinement et la mortalité des boutures de tiges de sapin baumier. Age moyen (en années) des sauvageons échantillonnés: matériel amélioré (8,6), plantation âgée de 2 ans (7,8), plantation âgée de 4 ans (8,3) et plantation âgée de 6 ans (non déterminé). 10

Figure 2. Enracinement et mortalité des boutures de tiges de sapin baumier prélevées sur deux parties différentes de la cime (moitié supérieure et moitié inférieure) de sauvageons d'une plantation âgée de 4 ans. Les boutures traitées ont reçu 2 préparations d'auxine dans du talc. 10

Figure 3. Effets des blessures, avec ou sans traitement subséquent à l'AIB, sur l'enracinement et la mortalité des boutures de tiges de sapin baumier provenant de plants repiqués âgés de 5 ans (3-2) après 5 mois dans le substrat de bouturage. 12

Figure 4. Pourcentage d'enracinement des boutures de tiges de sapin baumier et classement des mottes après 4 mois dans des Rootrainers de modèle Hillson contenant 40 substrats de bouturage différents. Classification des mottes (nombres au-dessus des bâtons): 1) mottes se désagrégeant facilement, 2) mottes se brisant près du centre, 3) mottes se brisant à l'extrémité basale, et 4) mottes demeurant intactes lors de la manipulation. Les flèches indiquent les substrats qui permettent un taux d'enracinement de 85% de même que des mottes classées 3 ou plus. 13

RÉSUMÉ

Des expériences effectuées pendant 3 ans avec des boutures de tiges de sapin baumier ont démontré que l'enracinement diminue et la mortalité augmente à mesure que s'accroissent la hauteur des pieds-mères ainsi que l'âge des arbres cultivés en pépinière. Les boutures provenant de la moitié inférieure de la cime s'enracinent et survivent mieux que celles provenant de la moitié supérieure. L'enlèvement des aiguilles basales ainsi que la pratique de blessures avant le traitement de boutures à l'AIB dans du talc sont bénéfiques. Pour faciliter l'enracinement et la mise en terre ultérieure, les substrats suivants peuvent être utilisés: sphaigne, sphaigne ou tourbe mélangée avec de la vermiculite (3:1 ou 2:1 par volume) et tourbe mélangée avec du sable (2:1).

ABSTRACT

Experiments carried out during 3 years with balsam fir stem cuttings, showed that rooting decreases and mortality increases with increasing height of stock plants and age of nursery-grown trees. Cuttings from the lower half of crowns root and survive better than those from the upper half. Removal of needles at the base and basal wounding of cuttings, before treatment with IBA in talc, are beneficial. For easy rooting and subsequent planting, the following media can be used: sphagnum, sphagnum or peat moss mixed with vermiculite (3:1 or 2:1 by volume), and peat moss mixed with sand (2:1).

INTRODUCTION

Le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.), avec son parfum, sa forme pyramidale, son feuillage doux, ses branches flexibles et la persistance de ses aiguilles après la coupe, est l'une des espèces les plus recherchées comme arbre de Noël dans l'est du Canada. Au Québec, le sapin baumier abonde et est en très forte demande. Il réagit rapidement à la fertilisation ainsi qu'à la taille et devient un arbre de haute qualité beaucoup plus facilement que d'autres espèces. C'est pour ces raisons que les producteurs d'arbres de Noël du Québec ont concentré leur attention sur le sapin baumier.

L'*Abies balsamea* est un arbre qui présente des caractéristiques très variées. Une étude de cette espèce effectuée durant l'automne de 1975 avec l'aide de M. Jean Dumoulin, ingénieur forestier, dans des plantations situées à Gould au Québec (45°35' de latitude nord, 71°32' de longitude ouest, altitude: 300 m) et composées d'arbres provenant de la région, a indiqué que les caractéristiques suivantes seraient parmi les plus souhaitables en ce qui a trait aux arbres de Noël: feuillage vert foncé, aiguilles longues (>2,5 cm), aiguilles dressées (et non disposées sur deux rangs) sur les rameaux, branches relevées (formant des angles aigus), cinq branches ou plus par verticille, bourgeons nombreux et bien disposés sur la pousse terminale. Des arbres possédant toutes les caractéristiques souhaitables étaient évidemment des phénotypes supérieurs ou arbres plus, et ont été sélectionnés en vue de la multiplication par boutures de tiges. Une revue de la littérature concernant le bouturage de cette espèce a été faite et est résumée ci-dessous.

A la mi-février, MacGillivray (1957) a préparé des boutures, 18 cm de longueur, dont les aiguilles avaient été enlevées sur 8 à 10 cm de la base et les a plantées à une profondeur de 5 cm dans de la vermiculite grossière sous brumisation intermittente d'une serre. A la mi-mai, la moitié des boutures étaient enracinées. En 1964, Briggs a signalé dans un tableau que les boutures de sapin baumier nain (*Abies balsamea* 'Nana') prélevées en

décembre s'enracinent lentement dans le sable et ne devraient pas être repiquées avant d'être bien enracinées. Des boutures non blessées prélevées par Elk (1965) en octobre ont été placées dans un carré de multiplication contenant un mélange de tourbe et de sable (1:1 par volume) et installées sous double verre. Les boutures se sont enracinées à leur meilleur après 11 mois lorsqu'elles n'avaient reçu aucun traitement chimique. Une chaleur de fond (température non indiquée) a été bénéfique avant et après la saison hivernale.

Cesarini (1966) rapporte que les boutures du cultivar Nana sont faciles à enraciner. Il a prélevé des boutures, 3 à 4 cm de longueur, après une forte gelée, a supprimé les aiguilles sur un peu plus de 1 cm de la base et traité les boutures avec du Hormodin 3 avant de les piquer dans le sable où l'enracinement s'est effectuée lentement, sous serre froide. Les boutures enracinées ont été laissées dans le substrat de bouturage afin de permettre aux nouvelles pousses de s'endurcir.

Les résultats d'une seconde expérience publiée par Elk (1966) révèlent que lorsqu'une chaleur de fond est utilisée, des boutures de 'Nana', prélevées à la mi-septembre réagissent favorablement au traitement à l'acide indolebutyrique (AIB) (50 mg/L). Sans chaleur de fond, les boutures s'enracinent mieux si elles ont été traitées avec de l'AIB à 50 mg/L plus de l'AIB à 2 % dans du Captan.

Dans une note publiée en 1969, MacGillivray décrit une expérience au cours de laquelle des boutures ont été prélevées au début de décembre sur des arbres de Noël prêts à récolter. Les boutures ont été prélevées sur le tiers supérieur et le tiers inférieur de la cime. Les aiguilles ont été supprimées de la moitié inférieure de chaque bouture et la moitié des boutures de chaque partie de la cime a été traitée au Seradix 3 (AIB à 0,8 % dans du talc) tandis que l'autre moitié n'a pas été traitée. Des racines ont été observées pour la première fois au début de mars. Les boutures provenant du tiers inférieur de la cime se sont mieux enracinées que celles provenant du tiers supérieur (40 contre 23 %). De même, les boutures traitées à l'auxine

se sont mieux enracinées que celles qui n'avaient pas été traitées (52 contre 10 %).

MacGillivray (1975) a aussi appliqué différentes températures au substrat de bouturage. Il a constaté que les boutures qui ne bénéficiaient pas de chaleur de fond additionnelle, c'est-à-dire 20 °C ou la température ambiante, se sont bien enracinées, tandis que les boutures ayant reçu une chaleur de fond de 26 ou 30 °C se sont mal enracinées. Dans une autre expérience, au cours de laquelle il a tenté de produire un clone avec des arbres d'une hauteur de 3 m, les boutures prélevées en décembre, se sont enracinées le mieux, suivies de celles prélevées en juillet. Le traitement au Seradix 3 a aidé l'enracinement.

Mes recherches ont été effectuées entre octobre 1975 et octobre 1978 en vue de déterminer en quoi la multiplication du sapin baumier par boutures de tiges est affectée par l'âge et la hauteur des pieds-mères, par les parties de la cime où elles sont prélevées (topophyse), par le traitement auxinique, les blessures, le substrat de bouturage ainsi que par une combinaison de ces facteurs.

MÉTHODES

La serre

Matériel végétal, milieu d'enracinement et traitement des boutures

Vingt-cinq plants repiqués de sauvageons, aussi appelés sauvageons améliorés, qui avaient été transplantés dans la pépinière pour leur permettre de croître davantage et pour des traitements au moyen d'insecticides, d'herbicides et d'engrais à intervalles réguliers ainsi que pour la taille des racines, ont été coupés au niveau du sol le 19 novembre 1975. Dix arbres provenant d'une plantation de 2 ans ainsi que quatre arbres provenant d'une plantation de 4 ans ont été récoltés de la même façon. Dans une plantation de 6 ans, des arbres n'ont pas été coupé à cause de leur haute valeur commerciale. On s'est limité à sélectionner dix arbres qui ont été mesurés et sur lesquels on a prélevé des boutures pour fin de multiplication. Tous

les arbres mentionnés ci-dessus étaient des sauvageons améliorés provenant de la région et cultivés à Gould au Québec (Tableau 1) dans des plantations appartenant à M. Richard Downey, Lennoxville, Québec.

Des semis (3-0, St-Robert) et des plants repiqués (3-1, St-Jules; 3-2, Woburn) (Tableau 1) cultivés dans une pépinière de Berthierville (46°05' de latitude nord, 73°10' de longitude ouest, altitude: 30 m) ont été arrachés le 20 novembre 1975 et mis à notre disposition par le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ).

Tableau 1. Quatre provenances de sapin baumier multipliés par bouturage

Numéro	Origine	Latitude N	Longitude O	Altitude (m)
1	Gould, Québec	45°35'	71°22'	300
2	St-Jules, Québec	41°13'	71°57'	338
3	St-Robert, Québec	45°48'	70°32'	435
4	Woburn, Québec	45°18'	70°53'	840

Tout le matériel végétal a été transporté à Sainte-Foy, où il a été entreposé dans des conditions humides à l'obscurité dans une chambre à 4 °C. Des boutures ayant en moyenne 8 cm de longueur ont été prélevées en coupant les plus jeunes pousses terminales et latérales, à raison d'environ une pousse terminale pour deux pousses latérales. Les boutures ont été humectées, poudrées au Seradix 3 sur 1 cm de la base puis secouées doucement pour éliminer l'excès de poudre. Toutes les boutures ont été piquées à une profondeur de 4 cm dans un substract de sphaigne déchiquetée et de sable (1:2 par volume) à raison de 100 par caissette de bois (58 x 37 x 10 cm) et ont ensuite été placées sur des tablettes sous serre. Une brumisation intermittente fonctionnait 10 secondes toutes les 10 minutes chaque jour entre 8 et 16 h. Un système d'aération était mis en marche automatiquement lorsque la température ambiante excédait 21 °C. La longueur du jour était

allongée par l'utilisation de lumière incandescente entre 17 et 24 h. La lumière provenait de lampes à incandescence de 60 W placées à 70 cm au-dessus de la surface du substrat de bouturage et à 90 cm les unes des autres, ce qui a fourni, pour la photosynthèse, un flux photonique d'une densité de 11,1 et 3,6 µEinsteins m^{-2} s^{-1} au centre et aux extrémités des tables, mesuré à la hauteur des bourgeons terminaux au moyen d'un photomètre Li-cor (Li-185) et d'un capteur (Li-190s) de Lambda Instruments Corporation, Lincoln, NE, États-Unis.

Les boutures ont été examinées à des intervalles d'un mois à partir du deuxième ou troisième mois afin d'établir le nombre de boutures qui s'étaient enracinées et celles qui étaient mortes. L'expérience a pris fin au bout de 8 mois.

Expérience 1: âge et hauteur des pieds-mères

Les arbres issus de semis et de sauvageons améliorés variaient en nombre selon leur provenance (Tableau 2) et ont été récoltés à l'origine pour étudier l'influence de l'âge des pieds-mères sur l'enracinement des boutures de tiges. Cependant, comme après avoir déterminé l'âge moyen des arbres en comptant le nombre de cernes annuels d'accroissement, on ne trouvait que très peu de différences entre les sauvageons des différentes plantations, les arbres ont été mesurés afin de déterminer leur croissance en hauteur. Pour cette expérience, 1 665 boutures ont été prélevées entre le 27 novembre et le 2 décembre 1975.

Expérience 2: parties de la cime où les boutures sont prélevées (topophyse) et traitements auxiniques

Des boutures provenant de quatre arbres d'une plantation de 4 ans située à Gould au Québec (Tableau 2) ont été prélevées à deux niveaux de la cime, soit la moitié supérieure et la moitié inférieure. Les boutures de chaque niveau, soit 336 de la moitié supérieure et 228 de la moitié inférieure, ont été divisés en trois groupes et chaque groupe a reçu les traitements suivants: pas d'auxine, Seradix 3 et Stim-root (AIB 0,8 % dans du talc). Des observations ont été faites telles que décrites dans l'expérience 1 et l'étude a pris fin après 8 mois.

Expérience 3: blessures et traitement auxinique

Les boutures ont été prélevées des plants repiqués âgés de 5 ans (3-2), le 4 décembre 1975. Ces plants provenaient de Woburn (Tableau 1). Quatre types d'interventions ont été faites: 1) aucun traitement, 2) une incision longitudinale de 1 cm pratiquée au bas de la tige jusqu'à une profondeur atteignant le xylème secondaire, 3) enlèvement des aiguilles sur 1 cm de la base de la bouture, 4) traitements 2 et 3 réunis. Les traitements ont été administrés avec et sans application ultérieure de Seradix 3. L'expérience était faite à partir d'un plan en blocs complètement aléatoires contenant 3 répétitions, 8 traitements et 10 boutures par unité. L'expérience a pris fin au bout de 5 mois.

Pépinière

Expérience 4: substrats de bouturage

Des plants repiqués âgés de 5 ans (3-2), cultivés dans des conditions de fertilité uniformes à la pépinière provinciale (MERQ) de Berthierville, ont été arrachés le 2 novembre 1977 et mis en jauge jusqu'au 24 mai 1978. Ils provenaient de St-Théophile (45°56' de latitude nord, 70°29' de longitude ouest, altitude: 1 500 m). Entre le 24 et le 29 mai, 3 840 boutures ont été prélevées en sectionnant les pousses latérales de la dernière période de végétation. Afin de les maintenir humides, les boutures ont été mises dans des sacs de plastique et entreposées à 4 °C. Le matériel de bouturage a été taillé à une longueur de 8 cm avant d'enlever les aiguilles de la base sur 2 cm, de blesser le bas de la tige au moyen d'une incision longitudinale de 1 cm à travers l'écorce et de traiter la base défoliée au Stim-root 3. Entre le 2 et le 5 juin 1978, les boutures ont été enfoncées de moitié dans des substrats de bouturage contenus dans des Rootrainers de modèle Hillson placés dans une bâche extérieure.

La couche de multiplication, orientée d'est en ouest, a été recouverte d'un film de Saran afin de réduire le rayonnement agissant sur la photosynthèse d'environ 50 %. Une brumisation intermittente fonctionnait pendant 12 secondes toutes les 6 minutes chaque jour entre 8 et 17 h. Des câbles chauffants fournissaient une chaleur de fond additionnelle (minimum

Tableau 2. Arbres et boutures de tiges utilisés pour déterminer l'influence de l'âge et de la hauteur des pieds-mères sur la multiplication du sapin baumier

Arbres					Boutures de tiges	
Type, source	Nombre total	Age (a) Moyenne	Étendue	Hauteur moyenne (cm)	Nombre total	Nombre moyen par arbre
3-0, pépinière	20	3,0	aucune	17	68	3,4
3-1, pépinière	20	4,0	aucune	24	120	6,0
3-2, pépinière	20	5,0	aucune	26	182	9,1
Sauvageon amélioré pépinière	25	8,6	6-12	54	477	19,1
Sauvageon amélioré, plantation de 2 ans	10	7,8	5-10	63	372	37,2
Sauvageon amélioré, plantation de 4 ans	4	8,3	7-10	148	136	34,0
Sauvageon amélioré, plantation de 6 ans	10	-*	-*	210	300	30,0

* Non déterminé

20 °C. De la tourbe, de la perlite, du sable, de la mousse de sphaigne et de la vermiculite ont été essayés séparément et de plus, sept mélanges de ces substrats ont été évalués: tourbe: perlite, sphaigne: perlite, tourbe: sable, sphaigne: sable, tourbe, vermiculite, sphaigne: vermiculite et sable: vermiculite. Chaque combinaison a été essayée à cinq niveaux en préparant des mélanges 1:3, 1:2, 1:1, 2:1 et 3:1 par volume. En tout, 40 substrats de bouturage ont été comparés. L'expérience a été faite à partir d'un plan en blocs complètement aléatoires comprenant 3 répétitions, 40 traitements et 32 boutures par unité. Une unité était représentée par un plateau Spencer Lemaire rempli de 32 cavités du Rootrainer Hillson. Après 4 mois, les pourcentages d'enracinement ont été établis et les mottes de substrats classées de 1 à 4 ou 1 = mottes se désagrégeant facilement, 2 = mottes se brisant près du centre, 3 = mottes se brisant à l'extrémité basale et 4 = mottes demeurant intactes lors de la manipulation.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Expérience 1: âge et hauteur des pieds-mères

Des graphiques ont été utilisés pour illustrer l'influence de l'âge et de la hauteur des pieds-mères sur l'enracinement et la mortalité des boutures de tiges de sapin baumier (figure 1). Les boutures provenant de semis 3-0 et de plants repiqués 3-1 relativement peu hauts se sont enracinées et ont survécu mieux que les boutures provenant de plants repiqués 3-2, plus hauts. Les boutures provenant de sauvageons de pépinière ou de plantation de 2 ans se sont enracinées et ont survécu mieux que celles provenant de plants repiqués de sauvageons plus hauts poussant dans des plantations âgées de 4 et 6 ans. De façon générale, l'enracinement a diminué et la mortalité des boutures a augmenté à mesure que s'élevaient la hauteur des pieds-mères et l'âge des arbres cultivés en pépinière. L'âge des plants repiqués de sauvageons cultivés en pépinière et dans les plantations variait considérablement (Tableau 2). Des sauvageons appartenant à un groupe d'âge particulier ont fréquemment été trouvés non seulement dans la pépinière mais aussi dans des plantations âgées de 2 et 4 ans. Les boutures prélevées par MacGillivray en vue de son rapport de 1969 provenaient de sapins prêts à être couper comme arbre de Noël, tandis que celles utilisées lors de son

rapport de 1975 provenaient d'arbres hauts de 3 m. D'après nos résultats, nous pouvons supposer que le matériel employé par MacGillivray était selon toute probabilité parvenu à sa maturité physiologique et qu'il possédait un faible pouvoir d'enracinement. Thimann et Delisle (1942) ont constaté, lors de leurs travaux sur le sapin du Colorado (*Abies concolor* (Gord.) Engelm.), que le pouvoir d'enracinement des boutures se maintenait lorsque les arbres n'avaient pas plus de 18 ans. Thor (1968) a signalé que seulement 40 % des boutures prélevées sur des sapins de Fraser (*Abies fraseri* (Pursh) Poir.) âgés de 32 à 65 ans s'enracinaient et que 40 % des boutures enracinées provenaient du même arbre. Hinesley et Blazich (1980) ont observé une diminution du pouvoir d'enracinement des boutures du sapin de Fraser si l'âge des pieds-mères passait de 5 à 22 ans.

Expérience 2: parties de la cime où les boutures sont prélevées (topophyse) et traitements auxiniques

La figure 2 illustre l'enracinement ainsi que le taux de mortalité des boutures de sapin baumier prélevées sur deux parties différentes de la cime (moitié supérieure et moitié inférieure) de plants repiqués de sauvageons âgés de 7 à 10 ans et poussant dans une plantation âgée de 4 ans. Les boutures prélevées sur la moitié inférieure de la cime se sont enracinées et ont survécu mieux, de façon générale, que celles prélevées sur la moitié supérieure. Thor (1968) a fait état de résultats similaires dans le cas du sapin de Fraser, ainsi que MacGillivray (1969), dans le cas du sapin baumier. Les traitements chimiques au Seradix 3 ont amélioré les résultats obtenus avec les boutures provenant de la moitié inférieure de la cime, tandis que les traitements au Stim-root 3 ont amélioré les résultats obtenus avec les boutures provenant de la moitié supérieure de la cime. La raison de ces divergences n'est pas claire. Chacune des deux préparations commerciales contenait de l'AIB à 0.8 % dans du talc. Les effets bénéfiques de l'AIB sur l'enracinement des boutures de sapins baumiers ont été signalés par MacGillivray (1969, 1975) et par Elk (1966), de celles de sapins du Colorado par Doran (1952, 1957), de sapins de Fraser par Doran (1957), Hinesley et Blazich (1980, 1981) et Miller *et al.* (1982), de sapins de Korée (*Abies koreana* Wils.) par Doran (1957), de pinsapos (*Abies pinsapo* Boiss.)

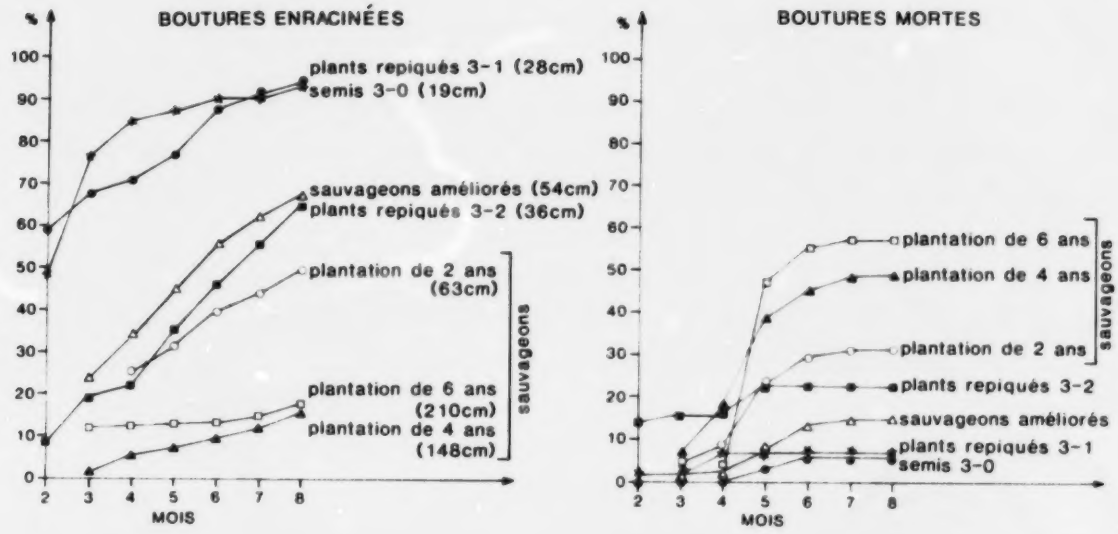

Figure 1. Influence de l'âge et de la hauteur des pieds-mères sur l'enracinement et la mortalité des boutures de tiges de sapin baumier. Age moyen (en années) des sauvageons échantillonnés: matériel amélioré (8,6), plantation âgée de 2 ans (7,8), plantation âgée de 4 ans (8,3) et plantation âgée de 6 ans (non déterminé).

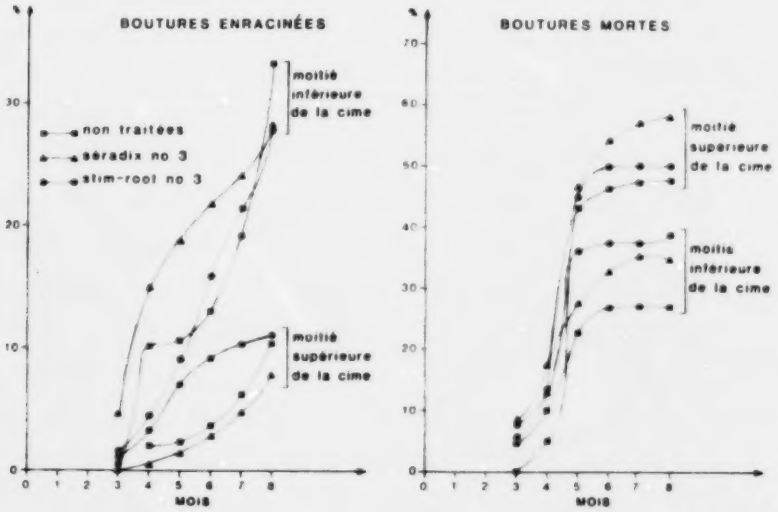

Figure 2. Enracinement et mortalité des boutures de tiges de sapin baumier prélevées sur deux parties différentes de la cime (moitié supérieure et moitié inférieure) de sauvageons d'une plantation âgée de 4 ans. Les boutures traitées ont reçu 2 préparations d'auxine dans du talc.

par Kirkpatrick (1940) et finalement de sapin de Veitch (*Abies veitchii* Lindl.) par Hitchcock et Zimmerman (1939), Kirkpatrick (1940) et Doran (1957). A ma connaissance, aucune étude publiée jusqu'à maintenant sur la multiplication des *Abies* par bouturage n'a fait mention de problèmes de mortalité. Doran (1952, 1957) et Elk (1966) qui ont utilisé des fongicides tels que le Phygon XL, l'Arasan et le Captan ont toujours fait état d'une amélioration de l'enracinement, mais non de survie ou de mortalité. Au cours de mon étude (figure 2), le nombre de boutures mortes a considérablement augmenté durant le cinquième mois. Hinesley et Blazich (1980, 1981), dans leur étude du sapin de Fraser, mettaient généralement fin à leurs expériences au bout de 10 semaines, ce qui les a probablement empêchés d'en apprendre beaucoup sur la mortalité.

Expérience 3: blessures et traitements auxiniques

Les effets de blessures, avec ou sans traitement subséquent à l'AIB, sur l'enracinement et la mortalité des boutures de sapin baumier provenant de plants repiqués âgés de 5 ans (3-2) après 5 mois passés dans le substrat de bouturage sont illustrés dans la figure 3. Sans l'AIB, les blessures faites en pratiquant des incisions longitudinales, en éliminant le feuillage de la base ou encore les deux à la fois, ont amélioré l'enracinement des boutures, mais ont augmenté le taux de mortalité du matériel de bouturage. A ma connaissance, aucune étude n'a clairement démontré que la pratique d'éliminer le feuillage de la base ou de blesser soit favorable à l'enracinement des boutures de sapin baumier. Hinesley et Blazich (1981) ont noté que les blessures seules n'ont pas eu d'effet sur l'enracinement des boutures du sapin de Fraser. Avec un traitement à l'AIB (figure 3), une incision longitudinale, l'élimination du feuillage de la base ou les deux à la fois ont augmenté l'enracinement des boutures de sapin baumier. Le taux de mortalité des boutures traitées à l'AIB est apparu modéré pour tous les types de blessures à l'exception de l'incision longitudinale jointe à l'élimination du feuillage de la base. Dans ce dernier cas, le taux de mortalité a été le plus bas pour tous les traitements appliqués au cours de l'expérience. La suppression des aiguilles de la base, avant le traitement à l'auxine des boutures, avait été utilisée par Cesarini (1966) et

MacGillivray (1969, 1975) pour le sapin baumier et par Hinesley et Blazich (1980, 1981) et Miller *et al.* (1982) pour le sapin de Fraser. D'autres formes de blessures basales, comme celles qui consistent à pratiquer des incisions longitudinales dans le xylème ou à exposer du xylème ou du phloème en enlevant deux languettes d'écorces opposées, ont été utilisées avec succès par Hinesley et Blazich (1981) et par Miller *et al.* (1982) sur des boutures de sapin de Fraser.

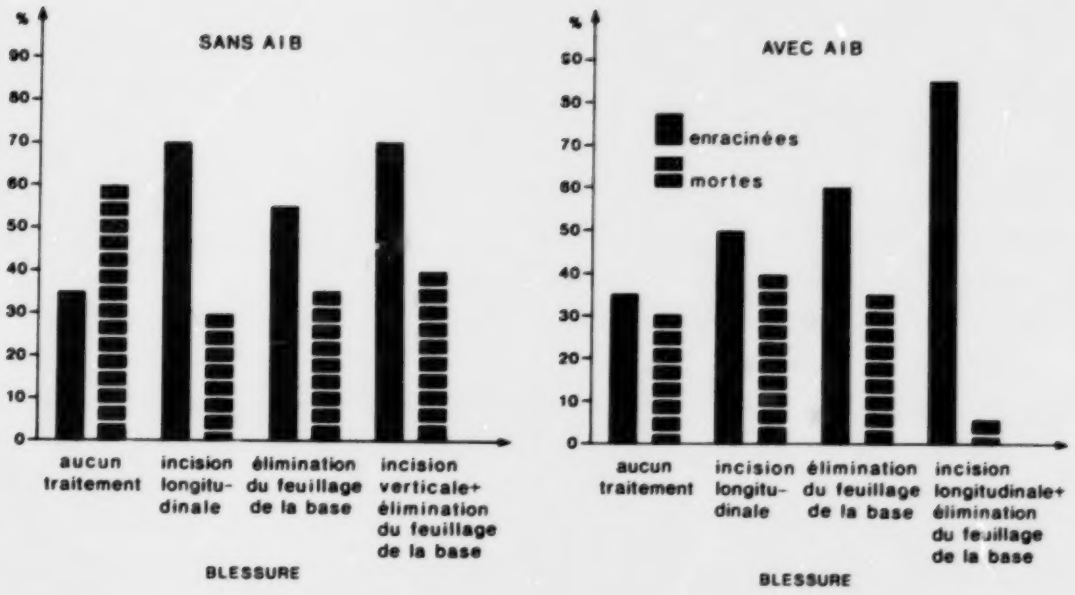

Figure 3. Effets des blessures, avec ou sans traitement subséquent à l'AIB, sur l'enracinement et la mortalité des boutures de tiges de sapin baumier provenant de plants repiqués âgés de 5 ans (3-2) après 5 mois dans le substrat de bouturage.

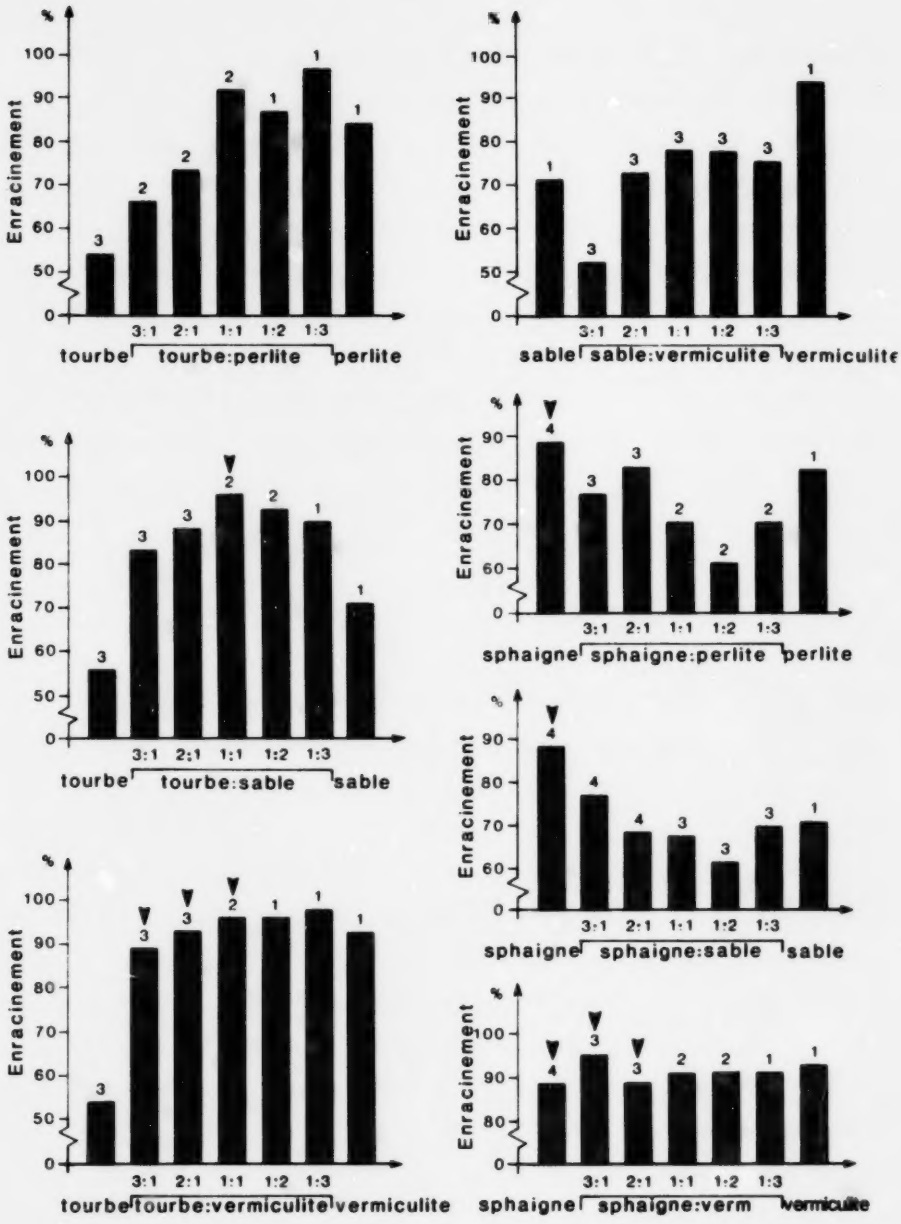

Figure 4. Pourcentage d'enracinement des boutures de tiges de sapin baumier et classement des mottes après 4 mois dans des Rootrainers de modèle Hillson contenant 40 substrats de bouturage différents. Classification des mottes (nombres au-dessus des bâtons): 1) mottes se désagrégeant facilement, 2) mottes se brisant près du centre, 3) mottes se brisant à l'extrémité basale, et 4) mottes demeurant intactes lors de la manipulation. Les flèches indiquent les substrats qui permettent un taux d'enracinement de 85 % de même que des mottes classées 3 ou plus.

Expérience 4: substrats de bouturage

L'enracinement des boutures de tiges de sapin baumier provenant de plants repiqués âgés de 5 ans (3-2), de même que ceux du classement des mottes après 4 mois passés dans des Rootrainers de modèle Hillson contenant 40 substrats différents sont résumés dans la figure 4. Les boutures se sont bien enracinées dans plusieurs substrats, mais ceux-ci n'ont pas tous formé des mottes faciles à manipuler au moment de la plantation. Les substrats suivants (voir les flèches) ont permis un minimum de 85 % d'enracinement et des mottes classées 3 ou plus: sphaigne, sphaigne et vermiculite (3:1 et 2:1 par volume), tourbe et sable (2:1), et tourbe et vermiculite (3:1 et 2:1). A ma connaissance, aucun de ces substrats n'a jamais été mentionné dans des publications traitant de la multiplication des *Abies* par bouturage

CONCLUSIONS

Trois années de recherche sur la multiplication du sapin baumier par le bouturage ont démontré que l'enracinement des boutures diminue et la mortalité de celles-ci augmente à mesure que s'accroît la hauteur des pieds-mères. Les mêmes tendances peuvent être observées quant à l'âge des arbres cultivés en pépinière. Pour un bouturage facile, les arbres sélectionnés devraient être âgés de 10 ans ou moins et mesurés pas plus de 70 cm de hauteur. Les boutures prélevées sur la moitié inférieure des cimes s'enracinent et survivent généralement mieux que celles prélevées sur la moitié supérieure. L'enlèvement des aiguilles à la base, puis la pratique d'une incision longitudinale dans l'écorce sont à faire avant le traitement des boutures à l'AIB dans du talc. Pour obtenir un bon enracinement des boutures et des mottes faciles à manipuler au moment de la plantation, le substrat de bouturage peut être de la sphaigne, de la sphaigne ou de la tourbe mélangée avec de la vermiculite (3:1 ou 2:1 par volume) ou de la tourbe mélangée avec du sable (2:1).

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier sincèrement M. Richard Downey pour les renseignements et les arbres fournis, M. Jean Dumoulin pour son aide et ses nombreux conseils, M. Yves Lamontagne pour les arbres provenant de la pépinière provinciale de Berthierville, et M. Roger Mongrain pour son aide technique non seulement en serre et en pépinière, mais aussi en laboratoire.

RÉFÉRENCES

Briggs, B. 1964. A selection of plants for the Northwest; new, unusual or worthy of wider use. Pages 295-297 *in* Comb. Proc. Int. Plant Propag. Soc. 14.

Cesarini, J. 1966. Propagation of dwarf conifers. Pages 210-213 *in* Comb. Proc. Int. Plant Propag. Soc. 16.

Doran, W.L. 1952. Effects of treating cuttings of woody plants with both a root-inducing substance and a fungicide. Pages 487-491 *in* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60. Amer Soc. Hort. Sci., Cornell Univ., Ithaca, N.Y.

Doran, W.L. 1957. Propagation of woody plants by cuttings. Mass. Agric. Exp. Stn., Amherst. Bull. 491.

Elk, B.C.M. van 1965. Stekproeven. (Essais de boutures.) Pages 36-45 *in* Jaarb. Proefsta. Boomkwek. Boskoop. [En hollandais]

Elk, B.C.M. van 1966. Stekproeven. (Essais de boutures.) Pages 31-36 *in* Jaarb. Proefsta. Boomkwek. Boskoop. [En hollandais]

Hinesley, L.E.; Blazich, F.A. 1980. Vegetative propagation of *Abies fraseri* by stem cuttings. HortScience. 15:96-97.

Hinesley, L.E.; Blazich, F.A. 1981. Influence of postseverance treatments on the rooting capacity of Fraser fir stem cuttings. J. Can. Rech. For. 11:316-323.

Hitchcock, A.E.; Zimmerman, P.W. 1939. Comparative activity of root inducing substances and methods of treating cuttings. Contrib. Boyce Thompson Inst. 10:461-480.

Kirkpatrick, H., Jr. 1940. Effect of indolebutyric acid on the rooting response of evergreen cuttings in tests at Boyce Thompson Institute for Plant Research. Amer. Nurseryman 71(8):9-12.

MacGillivray, H.G. 1957. Rooting balsam fir cuttings under intermittent mist. For. Chron. 33:353-354.

MacGillivray, H.G. 1969. Rooting balsam fir cuttings for Christmas trees. Serv. Can. For. Bi-mens. Notes rech. 25:10.

MacGillivray, H.G. 1975. Provenance and progeny studies. Pages 37-40 *in* Proc. 15th Meeting Canadian Tree Improvement Assoc., Can. For. Serv. Stn Exp. For. Petawawa, Chalk River, Ontario. Partie 1.

Miller, N.F.; Hinesley, L.E.; Blazich, F.A. 1982. Propagation of Fraser fir by stem cuttings: effects of type of cutting, length of cutting, and genotype. HortScience 17:827-829.

Thimann, K.V.; Delisle, A.L. 1942. Notes on the rooting of some conifers from cuttings. J. Arnold Arboretum 23:103-109.

Thor, E. 1968. Research with native *Abies* in the Southern Appalachians, Amer. Christmas Tree J. 12:29-33.

POOR

QUALITY

ORIGINAL